সংখ্যা পদ্ধতি (Number System)

কোনো সংখ্যা প্রকাশ করার পদ্ধতিকে বলে সংখ্যা পদ্ধতি। অন্য কথায়, যে পদ্ধতির মাধ্যমে সংখ্যা প্রকাশ ও গণনা করা হয় তাকে সংখ্যা পদ্ধতি বলে। সংখ্যা প্রকাশ করার বিভিন্ন প্রতীকই হচ্ছে অঙ্ক। যেমন, ১২৫ সংখ্যাটি ১, ২, ও ৫ এ তিনটি অঙ্ক দ্বারা গঠিত।

প্রকারভেদ(Classification)

সভ্যতার শুরু থেকে আজ পর্যন্ত যেসব সংখ্যা পদ্ধতির প্রচলন হয়েছে তাদেরকে প্রধানতঃ দুটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা:

- নন-পজিশনাল (Non-Positional) সংখ্যা পদ্ধতি।
- পজিশনাল (Positional) সংখ্যা পদ্ধতি।

নন-পজিশনাল (Non-Positional) সংখ্যা পদ্ধতি

একটি প্রাচীনতম পদ্ধতি হচ্ছে নন-পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি। বর্তমানে এ পদ্ধতির প্রয়োগ খুবই কম। যে সংখ্যা পদ্ধতিতে কোনো সংখ্যায় ব্যবহৃত চিহ্ন বা অঙ্কসমূহ কোনো স্থানীয় মান বা অবস্থানের উপর নির্ভর করে না, তাকে নন-পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে। সংখ্যার মধ্যে ব্যবহৃত অঙ্কগুলো কোন অবস্থানে আছে তার কোনো প্রভাব নেই। সংখ্যায় ব্যবহৃত অঙ্ক যেখানেই থাকুক না কেন এদের নিজস্ব মান দ্বারাই সংখ্যাটির মান নির্ধারণ করা হয়। যেমন- প্রাচীন হায়ারোগ্লিফিক্স সংখ্যা পদ্ধতি।

পজিশনাল (Positional) সংখ্যা পদ্ধতি

বর্তমানে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ও বহুল প্রচলিত সংখ্যা পদ্ধতি হচ্ছে পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি। যে সংখ্যা পদ্ধতি প্রকাশ করার জন্য সংখ্যা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক চিহ্ন, বেজ বা ভিত্তি এবং এর অবস্থান বা স্থানীয়মান থাকতে হয় তাকে পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে। যেমন বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিতে 0 ও 1 এ দুটি চিহ্ন ব্যবহৃত হয় এবং বেজ 2। ডিজিটের অবস্থানের উপর সংখ্যার মান নির্ভর করে। এজন্য বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিকে পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতি বলে। পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে কোনো একটি সংখ্যার মান বের করার জন্য তিনটি উপাদানের প্রয়োজন হয়। যথা:

১. সংখ্যাটিতে ব্যবহৃত অঙ্কগুলোর নিজস্ব মান,
২. সংখ্যা পদ্ধতির বেজ (Base) বা ভিত্তি,
৩. সংখ্যাটিতে ব্যবহৃত অঙ্কগুলোর অবস্থান বা স্থানীয় মান।

পজিশনাল সংখ্যা পদ্ধতিতে প্রতিটি সংখ্যাকে র‍্যাডিক্স (Radix) পয়েন্ট (.) দিয়ে পূর্ণাংশ (Integer) ও ভগ্নাংশ (Fraction) এ দুঅংশে ভাগ করা হয়।

সংখ্যা পদ্ধতির বেজ (Base) বা ভিত্তি:

কোনো সংখ্যা পদ্ধতির বেজ বা ভিত্তি হল ঐ সংখ্যা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক চিহ্নসমূহের মোট সংখ্যা। যেমন- বাইনারির বেজ ২। কারণ এ পদ্ধতিতে মোট ২টি মৌলিক চিহ্ন আছে। যেমন- 0 ও 1।
অন্য কথায়, কোনো একটি সংখ্যা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক প্রতীক বা অঙ্কের মোট সংখ্যাকে উক্ত সংখ্যা পদ্ধতির বেজ (Base) বা ভিত্তি বলা হয়। বেজ দ্বারা কোনো একটি সংখ্যা, কোন সংখ্যা পদ্ধতির সংখ্যা তা নিরূপণ করা হয়। যেমন-দশমিক সংখ্যা পদ্ধতির বেজ 10, বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির বেজ 2, অকট্যাল ও হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা পদ্ধতির বেজ যথাক্রমে 8 ও 16।

বিভিন্ন প্রকার সংখ্যা পদ্ধতি

১. দশমিক সংখ্যা পদ্ধতি (Decimal Number System)
২. বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি (Binary Number System)
৩. অকট্যাল সংখ্যা পদ্ধতি (Octal Number System)
৪. হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা পদ্ধতি (Hexadecimal Number System)

পদ্ধতি	মৌলিক চিহ্ন	বেজ বা ভিত্তি	উদাহরণ
দশমিক সংখ্যা পদ্ধতি	1,2,3,4,5,6,7,8,9	10	$(125)_{10}$
বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতি	0,1	2	$(10110)_2$
অকট্যাল সংখ্যা পদ্ধতি	1,2,3,4,5,6,7	8	$(157)_8$
হেক্সাডেসিমাল সংখ্যা পদ্ধতি	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10(A),11(B), 12(C),13(D),14(E),15(F)	16	$(15A)_{16}$

<u>অকট্যাল ও হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতির প্রয়োজনীয়তা</u>

কম্পিউটার বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতিতে তার আভ্যন্তরীণ কার্য সম্পাদন করে। আভ্যন্তরীণ কাজ সম্পাদনের জন্য দরকার হয় অসংখ্য 0 এবং 1 বিটের কম্বিনেশন এর বর্ণনা । 0 এবং 1 দিয়ে এ ধরনের বর্ণনা লেখা খুবই কষ্টকর এবং তাতে ভুলের সম্ভাবনাও বেশি। সে জন্য অকট্যাল ও হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতিদ্বয়কে সাধারণত বাইনারি সংখ্যার সংক্ষিপ্ত সংকেত হিসেবে ব্যবহার করা হয়। কারণ কোনো প্রকার জটিল হিসাবনিকাস ছাড়াই বাইনারি থেকে অকট্যাল ও হেক্সাডেসিমালে পরিবর্তন করা যায়।

<u>বিভিন্ন সংখ্যা পদ্ধতির তুলনাঃ</u>

	8	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

দশমিক সংখ্যা	সমতুল্য বাইনারি মান	সমতুল্য অকট্যাল মান	সমতুল্য হেক্সাডেসিমাল মান
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14

সংখ্যার রূপান্তর (Conversion of Number)

সংখ্যা পদ্ধতিগুলো রূপান্তর করা যায়। রূপান্তরের মাধ্যমে সংখ্যা পদ্ধতির আসল রূপ উদ্‌ঘাটিত হয়। অর্থাৎ এক সংখ্যা পদ্ধতিকে অন্য সংখ্যায় রূপান্তর করলে কী ধরনের সংখ্যা হয়, তা জানা যায়। ফলে সংখ্যা পদ্ধতির সমন্বয় সাধন করা সহজ হয়। নিচে বিভিন্ন প্রকার রুপান্তর তুলে ধরা হলঃ

দশমিক সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর (Decimal to Binary Conversion)

দশমিক সংখ্যাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তরের বিভিন্ন পদ্ধতি আছে। কোনো সংখ্যার দুটি অঙ্ক থাকতে পারে। যথা: পূর্ণাংশ ও ভগ্নাংশ। নিচে পূর্ণাংশ ও ভগ্নাংশ রূপান্তরের সাধারণ নিয়ম দেখানো হলো। এখানে ভাগ-অবশিষ্ট (Division Remainder Technique) পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করা হলো:

পূর্ণ সংখ্যার ক্ষেত্রে (Incase of Integer Number)

1. দশমিক পূর্ণ সংখ্যাকে বাইনারি বেজ দিয়ে পর্যায়ক্রমে ভাগ করতে হবে যতক্ষণ না পর্যন্ত ভাগফল শূন্য হয়।
2. প্রত্যেকবার ভাগ করার পর অবশিষ্ট সংখ্যাগুলোকে পর্যায়ক্রমে লিপিবদ্ধ করতে হবে।
3. অতঃপর অবশিষ্ট (Remainder) সংখ্যাগুলোকে নিচ হতে উপর দিকে পর্যায়ক্রমে (Bottom to Top) সাজিয়ে লিখলে দশমিক পূর্ণ সংখ্যাটির সমতুল্য বাইনারি মান পাওয়া যাবে।

উদাহরণস্বরূপঃ $(125)_{10}$ এর সমতুল্য বাইনারি মান নির্ণয় করা হলো।

2 | 125
2 | 62–1
2 | 31–0
2 | 15–1
2 | 7–1
2 | 3–1
2 | 1–1
0–1

(LSB) ↑ (MSB)

$\therefore (125)_{10} = (1111101)_2$

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে (Floating Point Number)

১. ভগ্নাংশটিকে বাইনারি বেজ 2 দ্বারা গুণ করে পূর্ণ অঙ্ক (দশমিক বিন্দুর পূর্বের অঙ্ক) ও ভগ্নাংশ (দশমিক বিন্দুর পরের) পৃথক করতে হবে।
২. নতুন প্রাপ্ত ভগ্নাংশটিকে পুনরায় বেজ 2 দিয়ে গুণ করে একই ভাবে পূর্ণ অঙ্ক ও ভগ্নাংশর পৃথক করতে হবে।
৩. উপরিউক্ত process অব্যাহত থাকবে যতক্ষণ না পর্যন্ত ভগড়বাংশটি পরিপূর্ণ 1 হবে (অর্থাৎ ভগড়বাংশ নিঃশেষ হবে) তখন গুণ করা বন্ধ করতে হবে।
৪. কিছু কিছু ক্ষেত্রে পুনরাবৃত্তি সংখ্যা আসলে গুণ করা বন্ধ করতে হবে।
৫. এমনও কিছু কিছু সংখ্যা আছে যেগুলোর পুনরাবৃত্তি সংখ্যা নাও আসতে পারে। অর্থাৎ অসীম পর্যন্ত চলতে থাকবে। সেক্ষেত্রে দশমিক বিন্দুর পর যে কয় ঘর পর্যন্ত নিতে বলা হবে ততবার 2 দ্বারা গুণ করে বন্ধ করতে হবে।
৬. অতঃপর পূর্ণ সংখ্যাগুলোকে উপর হতে নিচের দিকে (Top to Bottom) সাজিয়ে লিখলে ভগড়বাংশটির সমতুল্য বাইনারি মান পাওয়া যাবে।

উদাহরণ : (. 625) 10 এর সমতুল্য বাইনারি মান নির্ণয় ।

	পূর্ণ অংশ	ভগ্নাংশ
		. 625
		2
(MSB)	1	.250
		2
↓	0	.500
		2
(LSB)	1	.000

$\therefore \quad (.625)_{10} = (.101)_2$

	পূর্ণ অংশ	ভগ্নাংশ
		. 105
		2
MSB	0	.210
		2
↓	0	.420
		2
	0	.840
		2
	1	.680
		2
LSB	1	.360

$\therefore \quad (.105)_{10} = (.00011 \ldots\ldots\ldots.)_2$

<u>দশমিক সংখ্যাকে অকট্যালে ও হেক্সাডেসিমালে রূপান্তর</u>

দশমিক সংখ্যাকে অকট্যাল সংখ্যায় রূপান্তরের জন্য দশমিক সংখ্যাকে পর্যায়ক্রমে ৮ দিয়ে ভাগ করে অবশিষ্টগুলোকে MSB অঙ্ক থেকে LSB অঙ্ক পর্যন্ত পর্যায়ক্রমে লিখে দশমিক সংখ্যাটির অকট্যাল সমকক্ষ সংখ্যা পাওয়া যায়। ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে বাইনারির মতই একই কাজ করতে হবে, কিন্তু ২ এর পরিবর্তে বেস ৮ ব্যবহার করতে হবে। অর্থাৎ ৮ দ্বারা গুন করতে হবে।

দশমিক সংখ্যাকে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যায় রূপান্তরের জন্য দশমিক সংখ্যাকে পর্যায়ক্রমে ১৬ দিয়ে ভাগ করে অবশিষ্টগুলোকে MSB অঙ্ক থেকে LSB অঙ্ক পর্যন্ত পর্যায়ক্রমে লিখে দশমিক সংখ্যাটির অকট্যাল সমকক্ষ সংখ্যা পাওয়া যায়। ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে বাইনারির মতই একই কাজ করতে হবে, কিন্তু ২ এর পরিবর্তে বেস ১৬ ব্যবহার করতে হবে। অর্থাৎ ১৬ দ্বারা গুন করতে হবে।

উদাহরণ : $(125.625)_{10}$ এর সমকক্ষ অকট্যাল মান নির্ণয় কর।

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে,

```
8 | 125
   8 | 15 - 5      (LSB)
      8 | 1 -7        ↑
          0 - 1      (MSB)
```

$\therefore (125)_{10} = (175)_8$

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে,

পূর্ণাংশ	ভগ্নাংশ
	.625
	8
5	.000

$\therefore (.625)_{10} = (.5)_8$

$\therefore \ (125.625)_{10} = (175.5)_8$

বাইনারি সংখ্যাকে দশমিকে রূপান্তর (Binary to Decimal Conversion)

ক. পূর্ণ সংখ্যার ক্ষেত্রে: কোনো বাইনারি পূর্ণ সংখ্যা দশমিকে রূপান্তর করতে হলে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে–

১. সংখ্যাটিকে LSB (Least Significant Bit) বিট হতে শুরু করে MSB (Most Significant Bit) বিট পর্যন্ত প্রতিটি অঙ্ককে পর্যায়ক্রমে 2^P দ্বারা গুণ করতে হবে। এখানে P = ০, ১, ২, ৩ ....

২. অতঃপর গুণফলগুলোর যোগফল নির্ণয় করতে হবে।

৩. প্রদত্ত যোগফলই হবে বাইনারি সংখ্যাটির সমতুল্য দশমিক মান।

উদাহরণ–১: $(110101)_2$ এর সমতুল্য দশমিক মান নির্ণয় কর।

MSB → 110101 ← LSB

$$(110101)_2 = 1\times2^5 + 1\times2^4 + 0\times2^3 + 1\times2^2 + 0\times2^1 + 1\times2^0$$
$$= 1\times32 + 1\times16 + 0\times8 + 1\times4 + 0\times2 + 1\times1$$
$$= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1$$
$$= 53$$
$$\therefore (110101)_2 = (53)_{10}$$

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে:

১. ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে সংখ্যাটিকে MSB বিট হতে শুরু করে LSB বিট পর্যন্ত প্রতিটি অঙ্ককে পর্যায়ক্রমে 2^{-P} দ্বারা গুণ করতে হবে। এখানে P = 1, 2, 3 ....

যেমন– P = 1 হলে $2^{-1} = \frac{1}{2} = .5$

P = 2 হলে $2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4} = .25$

P = 3 হলে $2^{-3} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8} = .125$

P = 4 হলে $2^{-4} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} = .0625$

২. অতঃপর গুণফলগুলোর যোগফল নির্ণয় করতে হবে।

৩. প্রদত্ত যোগফলই হবে ভগ্নাংশটির সমতুল্য দশমিক ভগ্নাংশ মান।

উদাহরণ–২: $(0.1010)_2$ এর সমতুল্য দশমিক মান নির্ণয় কর।

$$(0.1010)_2 = 1\times2^{-1} + 0\times2^{-2} + 1\times2^{-3} + 0\times2^{-4}$$
$$= 1\times\frac{1}{2} + 0\times\frac{1}{4} + 1\times\frac{1}{8} + 0\times\frac{1}{16}$$
$$= \frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{8} + 0$$
$$= .5 + .125$$
$$= .625$$
$$\therefore (.1010)_2 = (.625)_{10}$$

অকট্যাল সংখ্যাকে দশমিকে রূপান্তর

বাইনারি সংখ্যাকে দশমিকে রূপান্তরের জন্য যে নিয়ম অনুসরণ করা হয়েছে অকট্যাল সংখ্যাকে দশমিকে রূপান্তরের জন্য অনুরূপ নিয়ম অনুসরণ করত হবে। শুধু বাইনারির বেজ 2 এর স্থলে অকট্যালের বেজ 8 দ্বারা হিসেবে কাজ সম্পাদন করতে হবে। অর্থাৎ 2^p এর স্থলে 8^p বসবে। এখানে 8 হলো অকট্যালের বেজ, p হলো তার ঘাত বা Power।

উদাহরণ: $(375.125)_8$ কে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর কর।

পূর্ণাংশের ক্ষেত্রে,

$$(375)_8 = 3\times8^2 + 7\times8^1 + 5\times8^0$$
$$= 3\times64 + 7\times8 + 5\times1$$
$$= 192 + 56 + 5$$
$$= 253$$
$$\therefore (375)_8 = (253)_{10}$$

ভগ্নাংশের ক্ষেত্রে,

$$(.125)_8 = 1\times8^{-1}+2\times8^{-2}+5\times8^{-3}$$
$$= 1\times\frac{1}{8} + 2\times\frac{1}{8^2} + 5\frac{1}{8^3}$$
$$= \frac{1}{8} + \frac{2}{64} + \frac{5}{512}$$
$$= .125 + .03125 + .0097656$$
$$= .16601563$$
$$\therefore (.125)_8 = (.16601563)_{10}$$

$$\therefore (375.125)_8 = (253.166015)_{10}$$

হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে দশমিকে রূপান্তর

হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে দশমিক সংখ্যায় রূপান্তরের জন্য হেক্সাডেসিমাল অঙ্কগুলোকে নিজস্ব স্থানীয় মানদিয়ে গুণ করে প্রাপ্ত গুণফলকে যোগ করলে হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাটির সমতুল্য দশমিক সংখ্যা পাওয়া যাবে।

অকট্যাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তর

কোনো অকট্যাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তর করতে হলে অকট্যাল সংখ্যাটির প্রতি একটি ডিজিটকে সেটার সমতুল্য তিনটি বাইনারি ডিজিট দিয়ে প্রকাশ করতে হবে। যেমন,

উদাহরণ : $(375.24)_8$ এর সমতুল্য বাইনারি মান নির্ণয় কর।

$$(3\ 7\ 5\ .\ 2\ 4)_8$$

$$= (011\ \ 111\ \ 101\ .\ 010\ \ 100)_2$$

$$\therefore (375\ .\ 24)_8 = (11111101\ .\ 010100)_2$$

বাইনারি সংখ্যাকে অকট্যালে রূপান্তর

বাইনারি সংখ্যাকে অকট্যাল সংখ্যায় রূপান্তর হলো অকট্যাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তরের বিপরীত নিয়ম। এক্ষেত্রে প্রতি তিনটি বাইনারি ডিজিট দিয়ে একটি করে সমতুল্য অকট্যাল ডিজিট তৈরি করা হয়। পূর্ণ সংখ্যার ক্ষেত্রে ডান হতে বামদিকে তিনটি করে ডিজিট পৃক করে নিতে হবে এবং তিনটির কম হলে বাম পার্শ্বে প্রয়োজনীয় সংখ্যক শূন্য বসিয়ে তিনটি ডিজিট পূর্ণ করা হয়। আর ভগড়বাংশের ক্ষেত্রে বাম হতে ডান দিকে তিনটি করে ডিজিট আলাদা করে নিতে হয় এবং তিনটির কম হলে প্রয়োজনীয় সংখ্যক শূন্য ডান পার্শ্বে বসিয়ে তিনটি ডিজিট পূর্ণ করতে হয়।

উদাহরণ : $(11101011\ .\ 1011011)_2$ এর সমতুল্য অকট্যাল মান নির্ণয় কর।

$$(011\ \ 101\ \ 011\ .\ 101\ \ 101\ \ 100)_2$$

$$= (\ 3\ \ 5\ \ 3\ .\ 5\ \ 5\ \ 4\ )_8$$

$$\therefore (11101011\ .\ 1011011)_2 = (353\ .\ 554)_8$$

হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তর

কোনো হেক্সাডেসিমাল সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তর করতে হলে হেক্সাডেসিমালের প্রতি একটি হেক্সাডেসিমাল ডিজিট/ প্রতীককে চারটি সমতুল্য বাইনারি ডিজিট দ্বারা প্রকাশ করতে হয়।

উদাহরণ : $(35D.3F)_{16}$ এর সমতুল্য বাইনারি মান নির্ণয় কর।

$$(3\ \ 5\ \ D\ .\ 3\ \ F)_{16}$$

$$=(0011\ \ 0101\ \ 1101\ .\ 0011\ \ 1111)_2$$

$$\therefore (35D\ .\ 3\ F)_{16} = (001101011101.\ 00111111)_2$$

চিহ্নযুক্ত সংখ্যা (Signed Number)

গাণিতিক সমস্যা সমাধানের ক্ষেত্রে ধনাত্মক (Positive) ও ঋণাত্মক (Negative) সংখ্যা ব্যবহার করা হয়। বাইনারি মেশিনগুলোতে অর্থাৎ কম্পিউটারে সংখ্যা আট বিটে বিন্যস্ত হয়। যখন কোনো সংখ্যা ছোট হয় অর্থাৎ 8 বিটের কম হয় তখন ডানদিক থেকে সংখ্যা বসে বামদিকের বাকি ঘর শূন্য (0) দিয়ে পূরণ করে। সংখ্যাটি ধনাত্মক নাকি ঋণাত্মক তা বুঝানোর জন্য সাধারণত সংখ্যার প্রকৃত মানের আগে একটি অতিরিক্তি বিট (Bit) যোগ করা হয়। এ অতিরিক্ত বিটকে চিহ্ন বিট (Sign bit) বলে। চিহ্ন বিট 0 হলে সংখ্যাটি ধনাত্মক এবং চিহ্নবিট 1 হলে সংখ্যাটিকে ঋণাত্মক ধরা হয়। আর চিহ্নযুক্ত সংখ্যাকে চিহ্নিত সংখ্যা বা সাইনড নম্বর (Signed number) বলা হয়। ধনাত্মক সংখ্যার ক্ষেত্রে চিহ্ন-বিট ছাড়া বাকি অঙ্কটি সংখ্যার মান জ্ঞাপন করে।

ঋণাত্মক সংখ্যা প্রকাশের তিনটি পদ্ধতি রয়েছে। যথা:

১. প্রকৃত মান গঠন (Signed magnitude form)
২. ১ এর পরিপূরক গঠন (1’s Complement form)
৩. ২ এর পরিপূরক গঠন (2’s Complement form)

প্রকৃত মান গঠন (Signed magnitude form)

প্রকৃত মান গঠন পদ্ধতিতে চিহ্ন প্রকাশের জন্য সাইন বিট (Sign Bit) ব্যবহার করা হয়। সংখ্যাটি ধনাত্মক হলে সাইন বিট 0 এবং ঋণাত্মক হলে সাইন বিট 1 হয়। কিন্তু প্রকৃত মান গঠন সিস্টেমে ০ এর জন্য দুটি বাইনারি শব্দ (+ 0 ও – 0) ব্যবহৃত হয় যা বাস্তবে অসম্ভব। এ কারণে বর্তমানে এ পদ্ধতির কোনো প্রয়োগ নাই।

বিপরীতকরণ/ নিগেশন (Negation)

বিপরীতকরণ বা নিগেশন বলতে কোনো ধনাত্মক সংখ্যাকে ঋণাত্মক এবং ঋণাত্মক সংখ্যাকে ধনাত্মক করাকে বোঝায়। বিপরীতকরণ বা নিগেশনের জন্য কোনো বাইনারি সংখ্যাকে 2’s Complment এ রূপান্তর করা হয়। বিপরীতকরণ করলে কোনো সংখ্যার মানের পরিবর্তন হয় না শুধুমাত্র চিহ্নের পরিবর্তন হয়। যেমন- 8 বিটবিশিষ্ট + 27 ও -27 এর বাইনারি মান + 27 = 00011011 এবং -27 = 10011011।
+ 27 এর নিগেশন + 27 = 00011011 এর 2’s Complement = 11100101= -27
+27 এর পুনঃনিগেশন = 00011011 = + 27
সুতরাং কোনো সংখ্যার পুনঃনিগেশন করলে সেটির মানও চিহ্নের কোনো পরিবর্তন হয় না।

2’s Complement হতে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর

যদি কোনো সংখ্যা 2’s Complement বা 2 এর পরিপূরক অবস্থায় থাকে তবে তাকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করতে হলে প্রথমে সংখ্যাটিকে 1’s Complement এ রূপান্তর করতে হবে। অতঃপর প্রাপ্ত সংখ্যাটির সাথে 1 যোগ করতে হবে। তাহলে সংখ্যাটির সমতুল্য বাইনারি মান পাওয়া যাবে। অর্থাৎ কোনো সংখ্যার বাইনারি মান = সংখ্যাটির 1’s Complement + 1

উদাহরণ: 01011011 সংখ্যাটি 2’s Complement এ আছে। সংখ্যাটির সমতুল্য বাইনারি মান নির্ণয় কর।

সমাধান: 01011011সংখ্যাটি 1’s Complement মান = 10100100
+1
= 10100101

সুতরাং 01011011 সংখ্যাটির বাইনারি মান = 10100101

২ এর পরিপূরক যোগ

২ এর পরিপূরক যোগের সময় বিটের সংখ্যা সমান হতে হয়। এক্ষেত্রে নিচের নিয়মগুলো মেনে চলে:

১. সাধারণ বাইনারি যোগ করে।
২. ঋণাত্মক সংখ্যাকে ২ এর পরিপূরক করে যোগ করে।
৩. চিহ্ন বিটের পর ক্যারি বিট বাদ দেয়া হয়।
৪. ফলাফল ঋণাত্মক হলে (চিহ্ন বিট 1 হলে) তা 2-এর পরিপূরক আকারে হয়।

2 এর পরিপূরক যোগে এবং বিয়োগে সংখ্যার চিহ্ন-বিটকে পরিমাণ জ্ঞাপক অঙ্ক হতে পৃকভাবে বিবেচনা করা হয় না। উল্লেখ্য যে, গাণিতিক যোগ ও বিয়োগের সময় উভয় সংখ্যায় বিটের সংখ্যা সমান হতে হয়।

সমস্যা ও সমাধান: দুটি ধনাত্মক সংখ্যা: 8 বিট রেজিস্টারের জন্য $(+25)_{10}$ ও $(+12)_{10}$ এর যোগফল নির্ণয় করা হলো।

$$\begin{array}{lcl} (+25)_{10} & : & (00011001)_2 \\ (+12)_{10} & : & (00001100)_2 \\ \hline (+37)_{10} & : & (00100101)_2 \end{array}$$

যেহেতু যোগফলের চিহ্নবিট 0, সেহেতু ফলাফল ধনাত্মক। সুতরাং যোগফল $(00100101)_2$

বড় ধনাত্মক ও ছোট ঋণাত্মক: নিমেড়ব 8 বিট রেজিস্টারের জন্য $(+25)_{10}$ ও $(-12)_{10}$ এর যোগফল নির্ণয় করা হলো।

$$\begin{array}{lcl} (+25)_{10} & : & (00011001)_2 \\ (-12)_{10} & : & (11110100) \\ \hline (+13)_{10} & : & \boxed{1}(00001101)_2 \end{array}$$

ক্যারি বিট চিহ্ন বিট

$$\begin{array}{lll} 12 \rightarrow & (00001100)_2 & \\ & 11110011 & \text{(1's complement)} \\ & 1 & \\ \hline (-12)_{10} \rightarrow & (11110100) & \text{(2's complement)} \end{array}$$

চিহ্ন বিট

বড় ঋণাত্মক ও ছোট ধনাত্মক: 8 বিট রেজিস্টারের জন্য $(-25)_{10}$ ও $(+12)_{10}$ এর যোগফল নির্ণয় করা হলো।

$$\begin{array}{lcl} (-25)_{10} & \rightarrow & (11100111) \\ (+12)_{10} & \rightarrow & (00001100)_2 \\ \hline (-13)_{10} & \rightarrow & (11110011) \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} (+25)_{10} \rightarrow & (00011001)_2 & \\ & (11100110) & \text{(1's complement)} \\ & 1 & \\ \hline (-25)_{10} \rightarrow & (11100111) & \text{(2's Complement)} \end{array}$$

যেহেতু যোগফলের Sign bit 1 সেহেতু ফলাফল ঋণাত্মক। ঋণাত্মক ফলাফল সবসময় ২ এর পরিপূরক গঠন থাকে। অতএব ২ এর পরিপূরক করে প্রকৃত ফলাফল পাওয়া যাবে। অতএব 11110011 এর ২ এর পরিপূরক 00001101|

নির্ণেয় ফলাফল = $(11110011)_2$ বা $(-13)_{10}$|